

Dr inż. Jakub Nieć

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej
Ul. Piątkowska 94 A, 60-649 Poznań
Tel. +48 61 848 77 26
Email: jakub.niec@up.poznan.pl

AUTOREFERAT

Tytuł osiągnięcia naukowego:

**ANALIZA PRZEPLYWÓW WODY I WSTĘPNIE OCZYSZCZONYCH ŚCIEKÓW
BYTOWYCH W GRUNCIE**

Poznań, grudzień 2020

Spis treści:

1. Imię i nazwisko:	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy:	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego:	4
4.2. Cykl publikacji będący podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego:	4
4.3. Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników wyżej wymienionych prac wraz z wskazaniem ich ewentualnego wykorzystania	6
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej	25
5.1. Współpraca międzynarodowa w zakresie recenzowania manuskryptów w czasopiśmie angielskojęzycznych	29
5.2. Współpraca z jednostkami naukowymi zagranicznymi	30
5.3. Udział w projektach międzynarodowych	30
5.4. Współpraca naukowa zagraniczna	30
5.5. Współpraca krajowa gospodarcza	30
5.6. Praca na rzecz instytucji publicznych	31
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę:	31
6.1. Zestawienie osiągnięć dydaktycznych	31
6.2. Zestawienie działalności organizacyjnej	33
6.3. Zestawienie osiągnięć popularyzujących	35
7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej:	36
7.1. Zestawienie całego dorobku naukowo-badawczego	36

1. Imię i nazwisko:

Jakub Michał Nieć

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:

- 2001 r. - uzyskanie tytułu magistra inżyniera na kierunku Ochrona Środowiska na Wydziale Rolniczym, Akademii Rolniczej im Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu. Praca magisterska pt. Zastosowanie materiałów odpadowych do oczyszczania ścieków. Promotor prof. dr hab. inż. Ryszard Błażejowski
- 2007 r. - uzyskanie stopnia doktora nauk rolniczych w zakresie kształtowania środowiska na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu. Rozprawa doktorska pt. Metodyka oceny przydatności gruntów do podziemnego rozsączania wód zanieczyszczonych. Promotor - prof. dr hab. inż. Leon Rembeza, recenzenci: prof. dr hab. inż. Jerzy Kowalski z Akademii Rolniczej we Wrocławiu, prof. dr hab. inż. Bogdan Wosiewicz z Akademii Rolniczej w Poznaniu.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- 2001 - 2005 – studia doktoranckie przy Wydziale Rolniczym, badania realizowane w Katedrze Budownictwa Wodnego Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.
- od 2008 r. - adiunkt w Katedrze Inżynierii Wodnej i Sanitarnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy:

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego:

Analiza przepływów wody i wstępnie oczyszczonych ścieków bytowych w gruncie

4.2. Cykl publikacji będący podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego:

- 4.2.1. **Nieć J.**, Błażejowski R., Zawadzki P., Kozłowski M., (Forthcoming): Comparison of Seepage Models Applied to Design of Trapezoidal Infiltration Trenches and Basins, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. doi:10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001538.
[70 pkt. MNiSW; IF: 1,37]
- 4.2.2. **Nieć J.**, Zawadzki P., Kałuża T., (2019): Numerical Simulation of Groundwater Level Changes: a Case Study of the Strużyna Reservoir, *Rocznik Ochrona Środowiska*, 21, p. 141-156.
[40 pkt. MNiSW; IF: 0,543]
- 4.2.3. **Nieć J.**, Zawadzki P., Nowacki F., (2019): Small Dam Drainage with Nonwoven Geotextile after 40 Years of Exploitation, *Applied Science*, 9(19), 4161. doi.org/10.3390/app9194161.
[70 pkt. MNiSW; IF: 2,217]
- 4.2.4. Spychała M., **Nieć J.**, Zawadzki P., Matz R., Nguyen T. H., (2019): Removal of Volatile Solids from Greywater Using Sand Filters, *Applied Science*, 2019, 9(4), 770. doi:10.3390/app9040770.
[70 pkt. MNiSW; IF: 2,217]
- 4.2.5. Błażejowski R., **Nieć J.**, Murat-Błażejowska S., Zawadzki P., (2018): Comparison of infiltration models with regard to design of rectangular infiltration trenches, *Hydrological Sciences Journal*, 63(18), doi: 10.1080/02626667.2018.1523616.
[30 pkt., IF: 2,180]
- 4.2.6. **Nieć J.**, Spychała M., Zawadzki P., (2016): New approach to modelling of sand filter clogging by septic tank effluent, *Journal of Ecological Engineering*, 17(2), p. 97–107. doi:10.12911/22998993/62296.
[12 pkt. MNiSW]
- 4.2.7. Spychała M., **Nieć J.**, Walczak N., Marciniak A., (2015): Colloids in septic tank effluent and their influence on filter permeability, *Journal of Ecological Engineering*, 16(4), p. 74–80. doi.org/10.12911/22998993/59352
[12 pkt. MNiSW]

4.2.8. **Nieć J.**, Spychała M., (2014): Hydraulic conductivity estimation test impact on long-term acceptance rate and soil absorption system design, *Water*, 6, p. 2808-2820. doi.org/10.3390/w6092808

[25 pkt. MNiSW; IF: 1,428]

4.2.9. Spychała M., **Nieć J.**, (2013): Impact of septic tank sludge on filter permeability, *Environment Protection Engineering*, 39(2), p. 77-89. doi:10.5277/EPE130208.

[15 pkt. MNiSW; IF: 0,439]

Łączna liczba punktów MNiSW prac składających się na osiągnięcie naukowe wynosi 344, a sumaryczny *impact factor* według Web of Science, podany dla roku zgodnego z datą publikacji, wyniósł 11,169. Oświadczenia współautorów prac zaliczonych do osiągnięcia naukowego przedstawiono w Załączniku Nr 6. Ponadto żadna z wyżej wymienionych prac, nie była częścią monotematycznego cyklu artykułów w innym postępowaniu habilitacyjnym.

4.3. Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników wyżej wymienionych prac wraz z wskazaniem ich ewentualnego wykorzystania

Wprowadzenie i uzasadnienie badań

W obiegu wody w przyrodzie i gospodarce wodnej, ważną rolę odgrywają tzw. odbiorniki, którymi najczęściej są wody powierzchniowe i ziemia, czyli gleba i grunt, przy czym termin (grunt), traktowany jest tu jako pojęcie geotechniczne. Warunki administracyjne wprowadzania wody i ścieków do wód i do ziemi określa Prawo wodne (Dz. U. z 2017r. poz. 1566), zgodnie z którym, wprowadzanie może odbywać się bezpośrednio lub poprzez urządzenia wodne (wyloty, kanały, rowy, stawy itp.), które w pewnych przypadkach, muszą być poprzedzone urządzeniami oczyszczającymi o odpowiednio wysokiej sprawności. Celem nadrzędnym wprowadzania wód opadowych i roztopowych, a także przynajmniej częściowo oczyszczonych ścieków bytowych do ziemi, jest ochrona zasobów wodnych.

Choć konieczność alimentacji wód podziemnych znajduje już pewne odzwierciedlenie, zarówno w uregulowaniach prawnych, jak i normach technicznych, to jednak w dalszym ciągu, dostrzegalne są w tym względzie istotne niedostatki. Dla przykładu, warunki wprowadzania wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych, np. rowów infiltracyjnych, w zasadzie nie zostały uregulowane w obowiązujących przepisach.

Rozporządzenie MG MiŻŚ (Dz. U. 2019 r. poz. 1311) m. in. w sprawie warunków wprowadzania wód opadowych do ziemi, nakłada w § 17 ust. 1 pkt. 1 i 2 obowiązek oczyszczenia wód spływających z terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, miast, dróg zaliczanych do kategorii dróg krajowych, wojewódzkich lub powiatowych klasy G, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, w ilości, jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej $15 \text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$. Przepis ten jest nieprecyzyjny, gdyż nie określa czasu trwania deszczu. Gdyby opad taki trwał tylko jedną minutę, to z 1 ha powierzchni szczelnej, spłynęłaby woda o objętości ok. $0,9 \text{ m}^3$, co w przeliczeniu na wysokość opadu, daje 0,1 mm, czyli progową wartość rejestracji przez deszczomierze. Bardziej precyzyjny i większy ilościowo wymóg, wprowadza to rozporządzenie MG MiŻŚ w odniesieniu do wody opadowej, spływającej z terenu obiektów magazynowania i dystrybucji paliw. W tym przypadku, obowiązek dotyczy wody, jaka powstaje z opadów na powierzchnię szczelną o częstości występowania jeden raz w roku i czasie trwania 15 minut, lecz o natężeniu nie mniejszym niż $77 \text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$. W obu przypadkach, wody te, wprowadzane do odbiornika, nie powinny zawierać substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających $100 \text{ mg}/\text{dm}^3$ zawiesiny ogólnej oraz $15 \text{ mg}/\text{dm}^3$ węglowodorów ropopochodnych. Zapewnienie powyższych warunków wprowadzania podczyszczonych wód opadowych do ziemi, nie gwarantuje jednak, że urządzenia infiltracyjne będą sprawne przez odpowiednio długi

(przynajmniej kilkunastoletni) okres eksploatacji, i że będą skutecznie chronić wody podziemne przed zanieczyszczeniem.

Brak rozwiązań legislacyjnych, jak również wyraźny brak krajowych norm technicznych sprawiają, że przy projektowaniu urządzeń infiltracyjnych dla wód opadowych, korzysta się z technicznych wytycznych niemieckich (DWA 2005) lub brytyjskich (BRE 2003). Obie normy zawierają daleko idące uproszczenia, prowadzące do znacznego przewymiarowania urządzeń; syntetyczne zestawienie w tym zakresie, przedstawiono w formie tabelarycznej w artykule (**Błażejewski i in. 2018/Z.3-4.2.5.**). Podobne zarzuty można sformułować w odniesieniu do wytycznych projektowania urządzeń do odprowadzania oczyszczonych ścieków bytowych do gruntu, zawartych w raporcie technicznym, stanowiącym jedną z siedmiu części normy CEN/TR 12566-2(Część 2: Systemy filtracji do gruntu).

Na świecie, w tym m.in. na terenie Stanów Zjednoczonych Ameryki, obowiązują już przepisy, które wprowadzają znacznie bardziej rygorystyczne wymagania w zakresie ochrony zasobów wodnych. Dla przykładu w stanie New Jersey, dla nowych inwestycji, istnieje konieczność infiltracji 100% średniej ilości wód opadowych z okresu tuż przed zabudową. Ilość wody, określana jest jako tzw. jakościowa objętość wody opadowej, która z kolei wyznaczana jest za pomocą wzorów empirycznych i programów komputerowych, udostępnianych bezpłatnie przez odpowiednie instytucje - najczęściej w formie arkuszy kalkulacyjnych (NJDEP 2004). W podobny sposób, wody opadowe traktowane są w stanie Kalifornia, gdzie zakłada się obowiązek ich całkowitego retencjonowania w miejscu.

W przedstawionych przykładach, uregulowania prawne, nakierowane są na stosowanie takich systemów i praktyk, które wykorzystują lub naśladują naturalne procesy prowadzące do infiltracji, ewapotranspiracji lub wykorzystania wody deszczowej w celu ochrony zasobów wodnych, poprzez zabudowę o niskim oddziaływaniu na środowisko (ang. *low impact development* LID), m. in. w postaci błękitno-zielonej infrastruktury (ang. *blue-green infrastructure* GI) (California 2014).

Poza rozwiązaniami ukierunkowanymi na retencję i infiltrację wód opadowych, innym ważnym elementem, który może istotnie uzupełniać zasoby wodne, jest możliwość odprowadzania do gruntu wstępnie oczyszczonych ścieków.

Analizując ścieki, jako potencjalne źródło wody wypada zaznaczyć, iż zgodnie z definicją sformułowaną w ustawie Prawo wodne (Dz. U. z 2017 r. poz. 1566), ścieki dzieli się na bytowe, komunalne i przemysłowe. Wprawdzie przy spełnieniu pewnych wymagań, wszystkie trzy kategorie mogą być wprowadzane do ziemi, to jednak należy zaakcentować, iż najbardziej znaczącą grupę, stanowią ścieki bytowe, wprowadzane do gruntu w ramach eksploatacji przydomowych oczyszczalni ścieków.

Według danych GUS (2019) na koniec 2019 roku, na terenie kraju funkcjonowało 279 098 przydomowych oczyszczalni ścieków, co stanowi wzrost o około 9% w stosunku do roku 2018. Przyjmując, że przeciętna przydomowa oczyszczalnia jest źródłem ścieków w ilości 0,4 m³/d, i że z połowy z nich, są one odprowadzane do gruntu (nie ma, niestety, żadnych wiarygodnych oszacowań tego udziału), to w ciągu roku, otrzymamy w skali kraju około 20 mln m³ ścieków. Ponieważ budowa przydomowej oczyszczalni ścieków wymaga jedynie zgłoszenia budowlanego i zgłoszenia przystąpienia do eksploatacji, to nie zawsze instalacja ta podlega pełnej kontroli administracyjnej i z tego względu można przypuszczać, że statystyki są w tym zakresie zaniżone, a zatem w praktyce, najprawdopodobniej więcej ścieków jest wprowadzanych do gruntu w ramach eksploatacji przydomowych oczyszczalni ścieków.

Ostatnio w literaturze przedmiotu postuluje się, aby podobnie jak na przykład w Niemczech, odchodzić (w okresie karencji 10-15 lat) od najprostszych oczyszczalni w postaci osadnika gnilnego i drenażu rozsączającego, na rzecz oczyszczalni mechaniczno-biologicznych. Takie układy lepiej oczyszczają ścieki i przedłużają prawie dwukrotnie żywotność drenaży rozsączających. W tym kontekście ważne jest, jak najszersze rozpropagowanie systemów rozsączania dwustopniowo oczyszczonych ścieków i wspieranie realizacji tego rodzaju rozwiązań wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione i możliwe.

Wprowadzanie ścieków wstępnie oczyszczonych do ziemi, wiąże się m.in. z rozwojem procesu kolmatacji, który z jednej strony zwiększa efektywność oczyszczania, z drugiej jednak, może powodować ograniczenie przepływu, prowadząc w skrajnym przypadku do awarii systemu. Rozpoznając proces kolmatacji, analizowano jego wpływ na przepuszczalność, wyrażoną współczynnikiem filtracji. Wartość współczynnika filtracji, wykorzystywana jest do obliczeń migracji zanieczyszczeń, czy jak podaje Radcliffe (2009) - jego redukcja może wskazywać na rozwój warstwy kolmatycznej.

Biorąc pod uwagę powyższe, uznając jednocześnie, że wykorzystanie wstępnie oczyszczonych ścieków w retencji gruntowej może złagodzić skutki suszy, za główny cel przeprowadzonych badań, przyjęto określenie parametrów, odgrywających kluczową rolę w procesie filtracji wody oraz wstępnie oczyszczonych ścieków w gruncie z uwzględnieniem procesu kolmatacji. Dodatkowym celem, było wyznaczenie analitycznych rozwiązań, pozwalających właściwie określić i dobrać wielkość urządzeń retencyjnych i infiltracyjnych, których budowa jest obecnie priorytetem, wpisanym m.in. w projekt Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy (projekt 2019).

Na podstawie przyjętego celu, sformułowano następujące hipotezy robocze:

A. Współczynnik filtracji adekwatnie opisuje zjawisko kolmatacji.

- B. Stosowanie niemieckich lub brytyjskich wytycznych projektowania powoduje znaczne przewymiarowanie urządzeń infiltracyjnych.
- C. Intensywność infiltracji z rowu do gruntu nasyconego wodą może przekraczać wartość współczynnika filtracji i zależy od stosunku głębokości wody do szerokości rowu w linii zwierciadła wody.

Utylitarnym celem prowadzonych badań było podanie rozwiązań analitycznych, które pozwolą zoptymalizować proces projektowania urządzeń infiltracyjnych i retencyjnych, dając asumpt do stworzenia racjonalnych, spójnych i zapewniających wysoką efektywność wytycznych dla doboru tego rodzaju urządzeń. Ważnym zadaniem jest opracowanie takich rozwiązań, które w konsekwencji przyczynią się do ograniczenia powierzchniowego spływu wód, poprzez retencjonowanie wody w gruncie - zarówno wody opadowej, jak i wody, której źródło stanowią mogą wstępnie oczyszczone ścieki bytowe - szczególnie na terenach uszczelnionych, zurbanizowanych, co może zapobiegać skutkom suszy, lecz również ograniczać ryzyko powodzi.

Hipoteza A: Współczynnik filtracji adekwatnie opisuje zjawisko kolmatacji

W ramach weryfikacji prezentowanej hipotezy, badania przeprowadzono w trzech obszarach. W pierwszym, ustalono metody wyznaczania współczynnika filtracji i za jego pomocą określono stopień zakolmatowania ośrodka porowatego. Następnie wyznaczono dodatkowe parametry opisujące proces kolmatacji. Trzeci obszar badań, obejmował zastosowanie metod numerycznych, wykorzystujących wartości współczynnika filtracji, do symulacji rozwoju kolmatacji przy przepływie wody.

Aby prawidłowo zaprojektować system rozsączania, konieczne jest poprawne określenie wartości współczynnika filtracji (k_f) gruntu. Parametr ten w dużej mierze decyduje o przydatności gruntu jako odbiornika wstępnie oczyszczonych ścieków.

Istnieje wiele różnych metod wyznaczania tego parametru, które generalnie można podzielić na laboratoryjne i terenowe. Dodatkową grupę metod wyznaczania współczynnika filtracji, stanowią tzw. wzory empiryczne lub pół-empiryczne, w których wartość współczynnika k_f wylicza się w oparciu o parametry (np. charakterystykę uziarnienia gruntu) wyznaczone w laboratorium (Kowalski 1987). Z kolei inną grupę metod, stanowią metody pośrednie tzw. funkcji pedotransferu (*PDF*, *PTFs*) - służące do określania właściwości hydraulicznych gruntów, na podstawie informacji zawartych w bazach danych.

Mnogość metod wyznaczania współczynnika filtracji powoduje, że w wyniku ich zastosowania, uzyskuje się znacznie różniące od siebie wartości, które z kolei często stanowią podstawę wymiarowania urządzeń infiltracyjnych.

Dla przykładu, w literaturze znany jest wzór Laaka (1986), który określa dopuszczalne obciążenie hydrauliczne wstępnie oczyszczonymi ściekami gruntu w zakresie od 13 do 32 mm/d. Wielkość obciążenia hydraulicznego (ang. *long term acceptance rate* LTAR) obliczana jest na podstawie współczynnika filtracji gruntu, do którego wprowadzane są ścieki bytowe wypływające z osadnika gnilnego. W pracy **Niecia i Spychały (2014/Z.3-4.2.8.)** dokonano oceny metod wyznaczania współczynnika filtracji. Co istotne, wartość dopuszczalnego obciążenia hydraulicznego, obliczona na podstawie wartości współczynnika filtracji, może być wielokrotnie mniejsza, przy uwzględnieniu wartości spadku hydraulicznego dochodzącego do 7.

Wykonano szereg pomiarów w gruntach dobrze przepuszczalnych, określanymi jako piasek drobny, średni i gruby. Wyniki zrealizowanych pomiarów zmienno- i stało- gradientowych, porównano z wyznaczonymi w kolumnie filtracyjnej z uwzględnieniem siły ssącej. Dodatkowo, wartość współczynnika filtracji wyliczono w oparciu o określone średnice miarodajne ziaren gruntu, przy użyciu znanych wzorów Hazena i zwanego amerykańskim - USBR opisanego przez Białasa i in. (1971). Porównanie wyników wartości współczynnika filtracji w metodach zmienno- i stało- gradientowych na podstawie badań własnych (Nieć, 2005), wykazało statystycznie istotne różnice. Wnioskiem płynącym z przeprowadzonych obliczeń było zalecenie stosowania testów stałogradientowych w piasku średnim, a w piasku drobnym - uwzględnienie dodatkowo siły ssącej gruntu. W przypadku piasków grubych, wyniki obliczeń LTAR, były zbliżone do uzyskanych metodami zmienno- gradientowymi.

Najprostsza, przydomowa oczyszczalnia ścieków składa się z osadnika gnilnego i systemu rozsączającego – głównie drenażu, który podlega procesom kolmatacji. W artykule **Niecia i Spychały (2014/Z.3-4.2.8.)**, wskazano poprawne metody wyznaczania współczynnika filtracji w zależności od przepuszczalności gruntu i były one podstawą dalszych badań, polegających na powiązaniu stopnia zakolmatowania ośrodka porowatego z redukcją wartości współczynnika filtracji.

Rozrost biomasy w ośrodkach porowatych, w tym w gruncie, jest procesem stosunkowo słabo rozpoznany z powodu wielu czynników, determinujących jego przebieg, takich jak dostęp do tlenu i substancji organicznej oraz warunki przepływu - szczególnie pod względem rozwoju placka filtracyjnego. Brakuje badań, łączących uwarunkowania mechaniczne, hydrauliczne, biochemiczne i biologiczne.

Mając na uwadze powyższe, podjęto prace badawcze nad przepływem wody w gruncie (**Nieć i Spychała 2014/Z.3-4.2.8.**), których wyniki wykorzystano do analizy przepływów wstępnie oczyszczonych ścieków, pochodzących z osadnika gnilnego, obsługującego czteroosobową rodzinę (**Spychała i Nieć 2013/Z.3-4.2.9.**). Użyto zaproponowanych metod zmienno- i stało- gradientowych, celem wyznaczenia współczynnika filtracji. Stwierdzono, że w ośrodkach

porowatych dobrze przepuszczalnych, mimo zaleceń stosowania testów zmienno- gradientowych ze względu na zakolmatowanie gruntu, powinno używać się metody pomiaru ze stałym zwierciadłem wody (stało- gradientowe).

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń z wypełnieniem w postaci piasku drobnego, wykazały stosunkowo krótki okres bezawaryjnej eksploatacji (wynoszący dwa lub pięć lat), do momentu powstania placka filtracyjnego na powierzchni gruntu, który znacznie ograniczał prędkość przepływu. Biorąc powyższe pod uwagę, istotne było określenie wpływu rodzaju i wielkości cząstek zawiesiny w ściekach odpływających z osadnika, na szybkość kolmatacji wyrażoną redukcją wartości współczynnika filtracji.

Kolejnym etapem badań, była ocena wpływu zawiesiny koloidalnej na ograniczenie przepływu wstępnie oczyszczonych ścieków w ośrodku porowatym. W pracy **Spychały i in. (2015/Z.3-4.2.7.)** o charakterze interdyscyplinarnym, łączącym badania procesów biologicznych z hydraulicznymi, analizowano wpływ zawartości koloidów czyli cząstek o wielkości od 0,001 do 1,2 μm , znajdujących się w odpływie z osadnika gnilnego, na proces kolmatacji. Przeprowadzono próby wyznaczenia współczynnika filtracji w modelu fizycznym, gdzie prześledzono wpływ formowania się tzw. mostków na powierzchni filtra. W ramach badań wykazano, że mimo iż koloidy są cząstkami mniejszymi od porów włókniny, akumulują się głównie na powierzchni, tworząc placek filtracyjny, ograniczający przepływ ścieków zarówno w zakolmatowanej i niezakolmatowanej włókninie. Ponadto, mimo stosunkowo niewielkiej zawartości koloidów w odpływie z osadnika, należy wskazać ich istotny wpływ na proces kolmatacji, który może być mierzony poprzez zmianę wartości współczynnika filtracji.

Doczyszczanie wstępnie oczyszczonych ścieków bytowych w ośrodku porowatym, wspomagane jest poprzez rozwój błony biologicznej, która wzrasta na powierzchni cząstek gruntu w przypowierzchniowej warstwie filtra o miąższości do kilku centymetrów. Intensywny rozwój biomasy, powoduje jednak obniżenie przewodności hydraulicznej gruntu, a w efekcie prowadzi do kolmatacji, która może powodować awarię systemu poprzez całkowite zablokowanie odpływu. Rozwój warstwy kolmatacyjnej uzależniony jest przede wszystkim od stężenia zanieczyszczeń w ściekach, parametrów ośrodka porowatego oraz od obciążenia hydraulicznego gruntu. Wobec czego, istotne jest określenie akumulacji materii organicznej w czasie i ustalenie jej wpływu na proces kolmatacji gruntu.

Dlatego w kolejnych badaniach (**Nieć i in. 2016/Z.3-4.2.6.**) symulowano z wykorzystaniem zbudowanego algorytmu obliczeniowego, akumulację materii organicznej oraz biomasy w filtrze gruntowym. Ustalono jej wpływ na zmianę przepuszczalności gruntu wyrażoną jako wartość współczynnika filtra λ , który nazywany jest też współczynnikiem przyczepiania cząstek lub współczynnikiem kolmatacji (Treichel i Grabarczyk 2010). W pracy wykorzystano dobrze znany

model Iwasaki'ego (Ives 1975). Do opisu zmiany współczynnika filtra w czasie i na głębokości, wykorzystano wartość początkową współczynnika i model akumulacji cząstek stałych. Zbudowano algorytm obliczeniowy, zaimplementowany do programu Mathcad.

Uwzględniając stężenie zawiesiny organicznej w nadawie obliczane było w j -tym kroku czasowym i dla i -tej warstwy w filtrze piaskowym o wysokości h , który został podzielony na n warstw o miąższości Δh . Następnie obliczano całkowitą akumulację materii organicznej wyrażaną w g/m^3 jako (*volatile suspended solids* - VSS) uwzględniającą koncentrację biomasy wyznaczoną funkcją logistyczną. Dalej wyliczono zmiany wartości współczynnika filtra λ , uwzględniając całkowitą akumulację biomasy.

Wyniki modelowania wskazują, że akumulacja zawiesiny w filtrze piaskowym (w piasku drobnym) odbywa się w wierzchniej warstwie kilku centymetrów, co odpowiada rezultatom uzyskanym w doświadczeniach. Poprzez akumulację zawiesiny, dochodzi do znacznej redukcji wartości współczynnika filtra λ . Weryfikację modelu, wykonano za pomocą doświadczeń przeprowadzonych przez 10 i 20 dni. Wykonane analizy potwierdzają zbieżność danych pomierzonych z wynikami modelowania. Wykorzystanie zmodyfikowanego modelu Iwasaki'ego pozwala prognozować akumulację materii organicznej i biomasy w czasie i na głębokości filtra piaskowego. Prezentowany model, może zostać wykorzystany do wyznaczania mechanicznej i biologicznej kolmatacji. Zastosowanie powyższego algorytmu obliczeniowego, umożliwia wyznaczenie zmian przepuszczalności w czasie oraz rozwój procesu kolmatacji.

Uzyskanie satysfakcjonujących wyników symulacji z wykorzystaniem zmodyfikowanego modelu Iwasaki'ego, było podstawą zastosowania prezentowanego algorytmu do wyznaczania akumulacji substancji organicznej w złożu piaskowym, zasilanym syntetycznymi ściekami szarymi (Spychała i in. 2019/Z.3-4.2.4.), które mogą stanowić odrębną część ścieków bytowych, pochodzących z kuchni pralni czy łazienek (bez ścieków czarnych). Alimentacja wód podziemnych poprzez wprowadzenie do gruntu ścieków szarych, jest uzasadniona zarówno pod względem ekologicznym, jak i ekonomicznym, gdyż (poza ściekami z przyłączy kuchennych) zawierają znacznie niższy ładunek zanieczyszczeń (Noutsopoulos i in. 2018; Chaillou 2011), a ich wprowadzenie do gruntu, niesie za sobą niższe ryzyko sanitarne (Błażejowski, 2003; Juan i in. 2016). Ze względu na to, że ścieki szare mogą stanowić od 50 do 80% objętości ścieków w gospodarstwie domowym, mogą być one istotnym źródłem retencji gruntowej.

W badaniach laboratoryjnych, wykorzystano model fizyczny składający się z dziewięciu kolumn filtracyjnych wypełnionych piaskiem do wysokości 50 cm. Warstwy gruntu zalewano szarymi ściekami syntetycznymi w dozowaniu przerywanym z częstotliwością 24 razy na dobę, co dało średnie obciążenie hydrauliczne na poziomie $161,3 \pm 5,5$ cm/d (Beal i in. 2006). Doświadczenie podzielone było na trzy etapy, trwające odpowiednio 6, 14 i 21 dni. Po każdym

etapie, kolumny były demontowane, a następnie dokonywano pomiarów zawartości materii organicznej na różnych poziomach. W efekcie, przedstawiono rozkład stężenia na głębokości po czasie 6, 12 i 21 dni. Wykazano, że zastosowanie modelu Iwasaki'ego prezentowanego w pracy (Nieć i in. 2016/Z.3-4.2.6.), nie dało satysfakcjonujących wyników przy prognozowaniu akumulacji materii organicznej pochodzącej tylko ze ścieków szarych. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń, zaproponowano funkcję wykładniczą do wyznaczania współczynnika filtra w zależności od głębokości filtra. Przyjęcie współczynnika filtra jako funkcji głębokości, dało wyniki modelowania zbieżne z pomiarami.

Proces kolmatacji, choć znacznie wolniej, przebiega również w warunkach przepływu wody w gruncie. Od kilkudziesięciu lat (co najmniej 60) w budownictwie wodnym, a szczególnie w geotechnice, powszechnie stosowane są geosyntetyki, których żywotność ze względu na warunki pracy nie jest w pełni poznana. Podlegają one m.in. procesom kolmatacji, głównie na powierzchni styku włóknin filtracyjnych z gruntem (Młynarek i in. 1991). Problemy eksploatacyjne geosyntetyków stosowanych wokół drenaży w zaporach ziemnych, opisywali m.in. Miskowska i Koda (2017) oraz Veylon i in. (2016).

Ogólnie można przyjąć, że z czasem przepuszczalność stosowanych geosyntetyków - głównie włóknin - maleje. Ponadto, proces kolmatacji jest jeszcze intensywniejszy, gdy zmienny jest kierunek, z którego woda dopływa do włókniny (Miskowska i in. 2017). W związku z powyższym, trudno jest wyznaczyć czas, po którym przepuszczalność włókniny zmniejszy się na tyle znacząco, że przestanie funkcjonować np. drenaż odwadniający. Urządzenie to, jest ważnym elementem zapory ziemnej, a jego eksploatacja i konserwacja ze względu na położenie pod ziemią, jest poważnie ograniczona. Dlatego istotne jest, aby poznać zmiany przepuszczalności w czasie w związku z postępującym procesem kolmatacji włókniny. Wyniki przeprowadzanych pomiarów przepuszczalności włókniny po 8 i 11 latach pracy na obiekcie Piaski Szczygliczka, opisał zespół pod kierunkiem Lewandowskiego (1990). Przeprowadzono serię pomiarów laboratoryjnych, celem określenia zmian współczynnika przepuszczalności włókniny.

Uwzględniając archiwalne dane, wykonano pomiary na tym samym obiekcie po 41 latach pracy (Nieć i in. 2019/Z.3-4.2.3.), celem wyznaczenia redukcji przepuszczalności włókniny na skutek jej kolmatacji. Pobrano próbki włókniny z zapory ziemnej od strony odpowietrznej - zabezpieczającej drenaż odwadniający. Wyniki pomiarów laboratoryjnych, wykorzystano do prognozowania procesu kolmatacji za pomocą modelu numerycznego, zbudowanego w programie HYDRUS 2D/3D. Określono również w tym programie, rozkłady prędkości przepływu wody wokół drenażu. Zastosowany model numeryczny, wykorzystywany jest powszechnie do symulacji przepływu wody, ciepła i zanieczyszczeń w ośrodku porowatym z uwzględnieniem przepływów w strefie nienasyconej. W podejściu inżynierskim, w tym - przy wyznaczaniu krzywej depresji lub

prędkości filtracji, używanie powyższego programu jest raczej rzadkie (Kacimov 2019 i in.). Wykorzystując wyniki pomiarów terenowych (Nieć i in. 2019/Z.3-4.2.3.), zamodelowano prędkości przepływu wokół drenażu. Największe wyznaczone w ten sposób prędkości występowały na spodzie drenażu i wynosiły około 17 m/d. Tak ustalona wartość, przekraczała określoną przez Truelseną tzw. prędkość piaszczenia, co w przypadku braku zabezpieczenia w postaci włókniny, mogłoby prowadzić do wynoszenia drobnych cząstek do rurociągu (Gabryszewski i Wieczysty 1985, Dąbrowski i in. 2004). W konsekwencji, opisany proces mógłby doprowadzić do awarii urządzenia wodnego.

Rezultatem badań, było określenie ponad czterokrotnego spadku przepuszczalności włókniny w stosunku do materiału niezakolmatowanego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że do największej zmiany przepuszczalności włókniny dochodzi w pierwszych 10 latach pracy, (średnio redukcja wyniosła 6% rocznie). Wyniki analiz są zbieżne z pomiarami Veylona i in. (2016). Należy również wskazać, że mimo iż przepuszczalność włókniny w okresie 41 lat pracy zmniejszyła się ponad czterokrotnie, to nadal jest o około 18 razy większa od współczynnika filtracji piasku wokół drenażu. Przyczyną procesu kolmatacji, jest akumulowanie drobnych cząstek na powierzchni włókniny, które dodatkowo tworzą tzw. mostki ograniczające przepływ wody.

Opisany wyżej proces kolmatacji w niektórych przypadkach może mieć korzystny wpływ na starty wody w zbiorniku, poprzez zmniejszenie odpływu (Xanke i in. 2016). Może również wpływać niekorzystnie, pogarszając jego jakość (Sojka i in. 2019). W zbiornikach leśnych, do kolmatacji dochodzić będzie głównie z powodu dopływu drobnych cząstek oraz akumulacji obumarłej roślinności.

Istnieje wiele modeli, w tym regresyjnych, opisujących proces kolmatacji, jednak coraz częściej wykorzystywane są bardziej skomplikowane modele numeryczne. Używany w tym celu jest również program HYDRUS 2D/3D (Radcliffe i in. 2005, Shanafield i in. 2012, Wang i in. 2017, Glass i in. 2020). Znanych jest kilka sposobów zamodelowania warstwy kolmatycznej, uzależnionych od posiadanych danych wejściowych. W przypadku znajomości parametrów warstwy, możliwe jest bezpośrednie wprowadzenie i analizowanie zmian położenia zwierciadła wody w jej otoczeniu. Inną metodą jest wykorzystanie funkcji wykładniczej względem współczynnika filtracji, z tym, że współczynnik filtra λ , określane jest jako współczynnik kolmatacji (ang. *clogging factor*), który zmienia się w czasie, a nie na głębokości (Glass i in. 2020).

W artykule Niecia i in. (2019/Z.3-4.2.2.) użyto oprogramowania HYDRUS 2D/3D, celem ustalenia przyczyn zalewania budynków, znajdujących się w sąsiedztwie zmodernizowanego zbiornika retencyjnego. W analizie wykorzystano parametry warstw kolmatycznych, opisanych przez Fincha i in. (2008). Wynikiem symulacji w tym również w wymiarze 3D, było stwierdzenie,

że w efekcie przebudowy zbiornika usunięto namuły, osady stanowiące naturalną warstwę kolmatacyjną, ograniczającą odpływ wody ze zbiornika. Następnie zasymulowano przepływ przez te warstwy, wykorzystując literaturowe dane o przepuszczalności warstw dennych i wykazano, że w dnie zbiornika, przy przelewie, zastosowano uszczelnienie o zbyt dużej przepuszczalności (przynajmniej dwa rzędy wielkości). Ponadto, modelowanie w 3D pozwoliło wykazać, że nieusunięcie zaplanowanej do likwidacji ściany oporowej, dodatkowo przyczyniło się do kierowania wody w stronę zalewanych budynków. Zastosowanie modelu numerycznego, pozwala oszacować wpływ warstw kolmatacyjnych na warunki przepływu, jednak nie umożliwia prognozowania zmian współczynnika filtracji.

Przytoczone powyżej rozważania prowadzą do odrzucenia hipotezy A, że współczynnik filtracji gruntu adekwatnie opisuje proces kolmatacji. Wyraźne zmniejszenie jego wartości, pozwala wprawdzie stwierdzić występowanie zjawiska kolmatacji, lecz kinetyka procesu kolmatacji jest funkcją nie tylko własności materiałowych ośrodka porowatego, ale również rodzaju, wielkości i stężenia cząstek zawiesiny zawartej w filtrowanych ściekach, a także wielkości dawek oraz częstości dawkowania. Użycie nowoczesnych modeli numerycznych takich jak np. HYDRUS 2D/3D, pozwala określić wpływ warstw kolmatacyjnych, opisanych współczynnikiem filtracji na układ wód gruntowych. Niemniej jednak, program nie pozwala prognozować przepuszczalności warstwy kolmatacyjnej bez implementacji zmiany współczynnika filtracji w czasie. W tym zakresie wymagane są dalsze badania.

Hipoteza B: Stosowanie niemieckich lub brytyjskich wytycznych projektowania powoduje znaczne przewymiarowanie urządzeń infiltracyjnych

W małym obiegu wód cyklu hydrologicznego, istotne znaczenie odgrywa woda opadowa i wody gruntowe. Współczesne zagospodarowanie wód opadowych, powinno wymuszać zwiększenie ilości wód odprowadzonych do gruntu, a nie bezpośrednio do wód powierzchniowych. Takie działanie, pozwala na redukcję wymiarów kanalizacji deszczowej, ograniczenie lokalnych podtopień oraz powodzi opadowych na ciekach. Infiltracja wód odtwarza zasoby wód gruntowych, podnosi jej poziom, dostępność dla roślin, a także zwiększa ilości wód podziemnych wykorzystywanych przez człowieka.

W czasie przesiąkania wód opadowych przez podłoże gruntowe o miąższości nie mniejszej niż 0,6 m, zachodzi proces wstępnego oczyszczenia z zawartych w nich cząstek, pyłów i innych substancji. Nowoczesne systemy odwadniające należy tak projektować, aby w miarę możliwości technicznych, następowało bezpośrednio wsiąkanie wód do gruntu poprzez urządzenia wodne

w postaci: studni chłonnych, drenaży rozsączających, stawów, jak również będących przedmiotem badań - zbiorników infiltracyjnych.

Polskie przepisy, w tym rozporządzenie MTiGM z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. 2000 r. Nr 63 poz. 735) oraz rozporządzenie MTiGM z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2016 r. poz. 124), zakładają odprowadzenie wód opadowych do wód powierzchniowych lub do rowów infiltracyjnych o wymiarach, zapewniających opróżnienie pełnej objętości wód opadowych do gruntu w czasie 72 godzin. Jednocześnie jednak, brak jest uregulowań prawnych, a także wymagań zawartych w krajowych normach technicznych, które formułowałyby jednoznaczne i jasne wytyczne, dla obliczeń czasu infiltracji. Z kolei rozwiązania, które są aktualnie dostępne, powodują przy ich wykorzystaniu zbytnie uproszczenie sposobów wymiarowania samych urządzeń (Madryas i in. 2009, Szeling i Pacześniak 2004).

Wprawdzie podejmowane są prace nad modelowaniem odpływu wody z rowu (Sobotkova i in. 2018) z wykorzystaniem modeli numerycznych, takich jak np. HYDRUS 2D/3D, jednakże ograniczają się one tylko do prezentacji czasu opróżniania rowu.

Wobec braku krajowych norm technicznych, wymiarowanie urządzeń retencyjnych i infiltracyjnych, wymusza korzystanie z wytycznych wypracowanych w innych krajach. Używane są głównie dwie wytyczne projektowania: niemieckie (DWA 2005) i brytyjskie (BRE 2003). Prezentowane w nich założenia powodują znaczne przewymiarowanie urządzeń infiltracyjnych. Dla przykładu, można wymienić uwzględnienie w infiltracji, arbitralnie przyjętej połowy wartości współczynnika filtracji oraz w powierzchni odpływu, tylko części ścian bocznych i dna (DWA 2005), czy uwzględnienie tylko połowy powierzchni ścian bocznych bez dna (w normie brytyjskiej). W uzasadnieniu obu wytycznych, podaje się wpływ zjawiska kolmatacji, jako podstawę przyjęcia powyższych uproszczeń. Nie znajduje to jednak racjonalnego uzasadnienia.

W artykule **Błażejewskiego i in. (2018/Z.3-4.2.5.)**, przedstawiono analityczne rozwiązania, pozwalające określić maksymalne poziomy wody oraz czasy napełniania i opróżniania z wody rowu o prostokątnym przekroju poprzecznym. Prezentowane wzory, będące efektem całkowania różniczkowego równania bilansu wodnego, zweryfikowano w badaniach terenowych przeprowadzonych w gruntach przepuszczalnych oraz za pomocą symulacji komputerowych z wykorzystaniem modelu numerycznego w programie HYDRUS 2D/3D. Efektem tych badań są trzy rozwiązania analityczne - tzw. modele: II, IIIa i IIIb oraz jedno rozwiązanie numeryczne IV, pozwalające dobrać wymiary urządzeń rozsączających i infiltracyjnych, takich jak zbiorniki ziemne o przekroju prostokątnym z wypełnieniem np. żwiru, keramzytu, skrzynek z tworzywa sztucznego itp. lub bez wypełnienia, jak rowy trawiaste, muldy i niecki infiltracyjne.

Rozwinięcie wcześniej przedstawionych zagadnień, stanowi kolejna praca zbiorowa, obejmująca swym zakresem metody obliczeniowe dla rowów i zbiorników ziemnych o trapezowym lub trójkątnym przekroju poprzecznym (Nieć i in. **Forthcoming/Z.3-4.2.1.**). W omawianych pracach, celem zapewnienia właściwego doboru urządzeń infiltracyjnych, przyjęto najbardziej niekorzystne warunki odprowadzania wody, wprowadzając następujące założenia:

- pominięto parowanie,
- nie uwzględniono sił ssących gruntu,
- przyjęto stały dopływ do rowu,
- ustalono znaczne oddalenie warstwy wodonośnej, wynoszące co najmniej dziesięć głębokości wody w rowie.

Dodatkowo modele zróżnicowane są w następujący sposób:

- model II – intensywność infiltracji (f_c) równa jest wartości współczynnika filtracji (k_f) wzdłuż ścian i dna rowu,
- model IIIa - intensywność infiltracji jest równa wartości współczynnika filtracji gruntu w dnie i połowie wartości współczynnika filtracji wzdłuż ścian rowu,
- model IIIb - intensywność infiltracji jest zmienna wzdłuż ścian i dna rowu i mieści się w zakresie od 0 do wartości współczynnika filtracji (rozkład trójkątny),
- model IV – numeryczny model 2D zaimplementowany do programu HYDRUS 2D/3D.

Dużą zaletą prezentowanego modelu numerycznego HYDRUS 2D/3D, jest możliwość wyznaczenia prędkości odpływu z rowu w wybranym kroku czasowym. Wyniki symulacji komputerowych potwierdzają, że największe prędkości przepływu występują przy dnie - u stóp skarp i są zbieżne z założeniami w modelu IIIb. Porównując czasy maksymalne poziomu wody w rowie, określone za pomocą modeli II, IIIa, IIIb i IV z pomiarami terenowymi, uzyskano różnice procentowe wynoszące odpowiednio 15, 16, 13, i 20% dla piasku gliniastego i 13, 30, -8 i -7% dla piasku drobnego. Analizując natomiast czasy opróżniania rowu, określone za pomocą modeli II, IIIa, IIIb i IV z pomiarami terenowymi, uzyskano różnice procentowe wynoszące odpowiednio 30, 78, -3, i -32% dla piasku gliniastego i 103, 169, 45 i 9% dla piasku drobnego. Biorąc pod uwagę powyższe należy wskazać, że obliczenia najbardziej zbliżone do wyników pomiarów uzyskano stosując model IIIb i IV.

Efektom przedstawionych badań jest zaprezentowanie nowych wzorów do obliczania maksymalnych poziomów wody oraz czasów napełniania i opróżniania obiektów, tzw. błękitno-zielonej infrastruktury. Opisane nowe rozwiązania analityczne do wymiarowania urządzeń retencyjnych i infiltracyjnych o przekroju prostokątnym, trapezowym lub trójkątnym, z wypełnieniem lub bez wypełnienia, mogą stanowić podstawę dla opracowania krajowych

wytycznych projektowania. Przedstawione rozwiązania analityczne potwierdzają hipotezę B, że stosowanie niemieckich lub brytyjskich norm powoduje znaczne przewymiarowanie urządzeń infiltracyjnych. Porównując otrzymane wyniki z obliczeniami, wykonanymi za pomocą norm technicznych (DWA 2005) i (BRE 2003) można wskazać, że przewymiarują one objętości projektowanych urządzeń infiltracyjnych, od kilkunastu do kilkudziesięciu procent, w zależności od przyjętego czasu trwania deszczu. Uwzględniając utylitarny charakter prezentowanych rozwiązań należy wskazać, że zwiększenie wymiarów urządzeń infiltracyjnych, skutkuje nie tylko większymi nakładami inwestycyjnymi, ale z reguły zmniejsza dostępną powierzchnię lub wprowadza ograniczenia w sposobie użytkowania terenu. Wykorzystanie opisanych wzorów pozwoliłoby zatem zoptymalizować proces projektowania i doboru urządzeń infiltracyjnych.

Hipoteza C: Intensywność infiltracji z rowu do gruntu nasyconego wodą może przekraczać wartość współczynnika filtracji i jest zależna od stosunku głębokości wody do szerokości rowu w linii zwierciadła wody

Wymiarowanie urządzeń infiltracyjnych wg wytycznych niemieckich, zakłada przyjęcie jako intensywności infiltracji połowy wyznaczonej wartości współczynnika filtracji dla gruntu podłoża. Takie podejście, może być potraktowane jako zabezpieczenie projektu na wypadek występowania niesprzyjających warunków. Niemniej jednak warto zauważyć, że zarówno przy projektowaniu zgodnie z wytycznymi DWA (2005) jak i BRE (2003), pomijana jest dodatkowo siła ssąca, występująca głównie w gruntach suchych i słabo przepuszczalnych. Przyjęcie dodatkowego ograniczenia w postaci zredukowanej powierzchni infiltracyjnej, skutkuje znacznym przewymiarowaniem urządzeń infiltracyjnych. Tym bardziej, że w artykule **Błażejewskiego i in. (2018/Z.3-4.2.5.)**, wykazano wpływ wymiarów przekroju prostokątnego rowu, a dokładniej, stosunku głębokości wody do szerokości w zwierciadle wody, na tempo infiltracji. Wyliczono najbardziej korzystną proporcję wysokości h , do szerokości dna urządzenia b , równą $h = 1,35b$, która zwiększa intensywność infiltracji o prawie 50% (48,3%). Warto zaznaczyć, że według wytycznych brytyjskich, maksymalna intensywność infiltracji równa się wartości współczynnika filtracji, a w przypadku często stosowanych w Niemczech i w Polsce wytycznych technicznych DWA, intensywność infiltracji stanowi jedynie 50% wartości współczynnika k_f , tj. zaledwie około 33% wartości uzyskanej w najkorzystniejszym wariantcie proponowanych rozwiązań analitycznych.

Porównanie obliczonych maksymalnych głębokości wody w rowie o przekroju prostokątnym wskazuje margines bezpieczeństwa bliski 47%, zarówno przy stosowaniu założeń wytycznych brytyjskich (BRE 2003), jak i niemieckich (DWA 2005) ($h_{max} = 0,44$ m) w porównaniu

do prezentowanych modeli typu II IIIa i IIIb ($h_{max} = 0,30$ m). Dodatkowo, omawiane wytyczne projektowania podają prawie trzykrotnie dłuższe czasy opróżniania zaprojektowanych urządzeń infiltracyjnych, niż obliczone wg modelu IIIb i uzyskane z pomiarów terenowych.

Przyjmując podobne założenia, w artykule **Niecia i in. (Forthcoming/Z.3-4.2.1.)**, określono nie tylko stosunek głębokości wody do szerokości dna rowu b , ale również wyznaczono wpływ nachylenia skarp na szybkość odpływu z urządzenia infiltracyjnego, o przekroju trapezowym lub trójkątnym (dla $b = 0$). W wyniku przeprowadzonych obliczeń wykazano, że w przypadku urządzeń ze stosunkowo stromym nachyleniem skarp, wynoszącym 1:1, intensywność infiltracji zbliża się do wartości podanych dla rowu o przekroju prostokątnym. W zbiornikach o przekroju prostokątnym i dużych głębokościach, wynoszących dla przykładu $h = 10b$ i $100b$ (szerokości), intensywność infiltracji po przekroczeniu maksimum $1,48k_f$ (dla $h = 1,35b$) zmniejsza się odpowiednio o około 5 i 8%. W odróżnieniu od urządzeń o przekroju prostokątnym w przypadku urządzeń o przekroju trapezowym i nachyleniu 1:1, intensywność infiltracji po przekroczeniu maksimum (dla $h = 2,3b$), wynoszącego około $1,46k_f$, zmniejsza się nieznacznie (w granicach 2%). Niemniej jednak, nadal utrzymuje się powyżej 1,4, nawet dla dużych głębokości wynoszących $h = 100b$. W badaniach, przedstawiono ponadto obliczenia dla nachylenia skarp $m = 2$ i $m = 3$, gdzie maksymalna wartość tempa infiltracji, wyniosła odpowiednio $1,31k_f$ (dla $h = 1,4b$) i $1,22 k_f$ (dla $h = 0,87b$). Zarówno w urządzeniach infiltracyjnych o przekroju prostokątnym, jak i trapezowym, intensywność infiltracji gwałtownie wzrasta od $h = 0,001b$, osiągając maksymalną wartość przy podanych powyżej wartościach.

Przedstawione modele i obliczenia mają wartość zarówno naukową, jak i użyteczną. Mogą być podstawą przy podejmowaniu decyzji w zakresie wymiarowania urządzeń retencyjnych i infiltracyjnych. Zaprezentowane obliczenia jednoznacznie wskazują, że arbitralne przyjęcie połowy wartości współczynnika filtracji, w normie niemieckiej (DWA 2005), czy ograniczenie powierzchni odpływu w normie technicznej brytyjskiej (BRE 2003), prowadzi do znacznego przewymiarowania projektowanych urządzeń infiltracyjnych. W wyniku przeprowadzonych badań, ustalono wymiary projektowanych zbiorników, wyrażone jako stosunek szerokości do głębokości (z uwzględnieniem nachylenia skarp), dla których czas opróżniania jest najkrótszy. Jednocześnie, potwierdzono hipotezę C i wykazano, że intensywność infiltracji z rowu do gruntu nasyconego wodą, może przekraczać wartość współczynnika filtracji i jest zależna od stosunku głębokości wody, do szerokości rowu w linii zwierciadła wody. Opisane modele analityczne zostaną zaprezentowane w formie arkusza kalkulacyjnego i stanowiąc będą załącznik do przygotowywanego przez oddział wielkopolski PZITS poradnika pt. *Zagospodarowanie wód opadowych na terenach zurbanizowanych*. Istnieje również możliwość opracowania programu komputerowego, wspomagającego prace projektowe.

Podsumowanie

Racjonalna gospodarka wodna i obserwowane zmiany klimatu wymagają retencjonowania wód, którego celem jest m.in. ograniczanie skutków suszy. Zagospodarowanie nie tylko wód opadowych, lecz również wstępnie oczyszczonych ścieków, należy postrzegać obecnie jako działania o charakterze obligatoryjnym. W tym kontekście, moim zdaniem, należy podejmować wszelkie możliwe kroki, pozwalające zwiększyć retencję wody w gruncie: poza zagospodarowywaniem wód opadowych w miejscu opadu, należy dążyć również do lokalnego wprowadzania wstępnie oczyszczonych ścieków do gruntu, wszędzie tam, gdzie jest to technicznie uzasadnione.

Głównym celem badań wchodzących w zakres prezentowanego osiągnięcia naukowego, było określenie parametrów odgrywających kluczową rolę w procesie infiltracji wody oraz wstępnie oczyszczonych ścieków do gruntu z uwzględnieniem procesu kolmatacji. Na realizację tego celu, uwzględniającego modelowanie procesów oczyszczania ścieków w gruncie, uzyskałem wsparcie finansowe, jako główny wykonawca projektu badawczego (Z.4-9.3.) oraz przy modelowaniu procesów oczyszczania w filtrach włókninowych, jako wykonawca (Z.4-9.4.). Wyznaczenie powyższych parametrów pozwala właściwie gospodarować wodami, w tym - zanieczyszczonymi, w celu zwiększenia retencji gruntowej, a ustalenie metod analitycznych doboru wymiarów urządzeń infiltracyjnych, poprawiających ich żywotność i właściwą eksploatację, ma również niewątpliwie charakter użyteczny.

Sądzę, że założony cel badawczy został osiągnięty w przedstawionym cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Publikacja, w której oceniłem metody właściwego wyznaczania współczynnika filtracji (Z.3-4.2.8.) cieszy się dużą popularnością nie tylko w bazach naukowych, gdzie na stronach wydawnictwa, wyświetlana była ponad 5 tys. razy (w tym ponad 3 tys. pobrań), ale również w samej wyszukiwarce *Google*, gdzie dokładnie ten tytuł artykułu, znajduje się na pierwszej pozycji, z przeszło 2 mln wyświetleń. W artykule tym, zaplanowałem i przeprowadziłem wszystkie doświadczenia laboratoryjne i terenowe. Wykonałem obliczenia współczynnika filtracji i wykorzystując wnioskowania statystyczne, potwierdziłem istotne różnice pomiędzy badanymi metodami.

Analizując różne sposoby wyznaczania współczynnika filtracji wraz z ich ograniczeniami i błędami uznałem, że można opisać rozwój kolmatacji przy użyciu tego parametru i charakterystyk dawkowanych, wstępnie oczyszczonych ścieków bytowych. Mając świadomość deficytu wodnego w Polsce oraz znając objętość ścieków bytowych, dowożonych do oczyszczalni, stoję na stanowisku, że wstępnie oczyszczone ścieki, mogą zwiększyć retencję gruntową. W tym celu w artykułach (Z.3-4.2.9. i Z.3-4.2.7.), określiłem jakościowo i ilościowo cząstki wpływające z osadnika gnilnego, mające wpływ na proces kolmatacji. Interdyscyplinarny charakter pracy

polegał na połączeniu badań biologicznych z hydraulicznymi, za których przebieg i realizację byłem odpowiedzialny.

Następnie w artykule (**Z.3-4.2.6.**), przedstawiłem algorytm obliczeniowy, wykorzystujący zmodyfikowany przeze mnie model Iwasaki'ego, do opisu zmiany współczynnika filtra i akumulacji materii organicznej w czasie i na głębokości. Potwierdziłem zbieżność wyników symulacji z rezultatami doświadczeń wykonanych w laboratorium, co umożliwia wykorzystanie zaproponowanego algorytmu w modelowaniu akumulacji materii organicznej w filtrze piaskowym (piasku drobnym).

Uzyskanie satysfakcjonujących wyników przy użyciu modelu akumulacji w filtrze piaskowym, zaowocowało pracą (**Z.3-4.2.4.**), w której ze względu na infiltrację syntetycznych ścieków szarych, konieczne było zmodyfikowanie współczynnika filtra, poprzez wprowadzenie przeze mnie dodatkowo funkcji wykładniczej. Artykuł jest efektem międzynarodowej współpracy z dr Nguyen T. H. z An Giang University i stanowić będzie podstawę dalszej współpracy w tym zakresie. Kolejnym etapem rozwiązywania zagadnienia filtracji z uwzględnieniem procesów kolmatacji w gruncie, było wykorzystanie rozwiązań numerycznych. W tym celu w pracach (**Z.3-4.2.3.**) i (**Z.3-4.2.2.**), użyłem oprogramowania HYDRUS 2D/3D, umożliwiającego rozwiązywanie równań Richardsa, w tym również w warunkach nienasyconych.

W artykule (**Z.3-4.2.3.**), omówiłem szczegółowo kolmatację włókien, stosowanych jako zabezpieczenie дренаży. Praca (**Z.3-4.2.2.**) przedstawia możliwości wykorzystania opisanego modelu numerycznego do analizy straty wody w zbiornikach, na skutek realizowanych modernizacji. Oprogramowanie HYDRUS 2D/3D, pozwala w sposób satysfakcjonujący przeanalizować przepływ wody w gruncie z uwzględnieniem warstwy kolmatacyjnej, opisaną współczynnikiem filtracji, jednak niedostatecznie prognozuje proces kolmatacji w czasie. Ostatnie artykuły naukowe (**Z.3-4.2.5.** i **Z.3-4.2.1.**), stanowią dopełnienie wcześniej przeprowadzonych badań. Mając na uwadze słynny cytat L. Boltzmann'a: „*Nic nie jest bardziej praktyczne niż dobra teoria*”, podjąłem się - wraz z zespołem - opisu matematycznego czasów napełniania i opróżniania zbiorników infiltracyjnych. Mój autorski wkład polega m.in. na opracowaniu metod analitycznych do określania parametrów urządzeń retencyjnych i infiltracyjnych o różnych przekrojach poprzecznych. Zostały one zweryfikowane na podstawie przeprowadzonych przeze mnie pomiarów terenowych. Dodatkową weryfikację przeprowadziłem z wykorzystaniem modelu numerycznego w programie HYDRUS 2D/3D.

Prezentowane osiągnięcie, stanowi nowatorskie podejście do projektowania urządzeń retencyjnych i infiltracyjnych.

Reasumując, do najważniejszych osiągnięć zaprezentowanych w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych zaliczam:

1. Przedstawienie metod wyznaczania współczynnika filtracji za pomocą testów perkolacyjnych ze wskazaniem zaleceń przy korzystaniu z testów zmienno-gradientowych dla gruntów dobrze przepuszczalnych i stało- gradientowych dla piasków średnich i drobnych z tym zastrzeżeniem, że w przypadku piasków drobnych powinno się uwzględniać siłę ssącą.
2. Wskazanie przewagi testów stało- gradientowych nad zmienno- gradientowymi przy wyznaczaniu współczynnika filtracji w gruntach dobrze przepuszczalnych, ale zakolmatowanych.
3. Przedstawienie algorytmu obliczeniowego dla zmodyfikowanego modelu Iwasaki'ego do predykcji akumulacji materii organicznej w gruncie w czasie i na głębokości dla wstępnie oczyszczonych ścieków bytowych, a po uwzględnieniu modyfikacji - wyznaczania współczynnika filtra dla ścieków szarych.
4. Wdrożenie rozwiązań analitycznych i numerycznych do wymiarowania urządzeń retencyjnych i infiltracyjnych, które mogą zastąpić powszechnie stosowane wytyczne niemieckie DWA (2005) oraz brytyjskie BRE (2003) i stanowić podstawę dla określenia krajowych wytycznych projektowych.
5. Wykazanie zależności pomiędzy intensywnością infiltracji a wymiarami urządzeń infiltracyjnych, tj. stosunku głębokości wody do szerokości w zwierciadle wody, z uwzględnieniem nachylenia skarp.
6. Przygotowanie arkusza kalkulacyjnego, nazwanego *PIWORIWO* (**P**rogram **i**nżynierski do **w**ymiarowania **o**biektów **r**etencyjnych i **i**nfiltracyjnych dla **w**ód **o**padowych) i jego udostępnienie, które podkreśla również użyteczny charakter prowadzonych prac badawczych.

Literatura:

1. Beal C. D., Gardner E. A., Kirchoff G., Menzies N.W., (2006): Long-Term flow rates and biomat zone hydrology in soil columns receiving septic tank effluent. *Water Research*, 40, 2327-2338.
2. Białas Z., Czyżewski Z., Zwierzewicz T., (1971): Obliczanie współczynników filtracji za pomocą wzoru $k = 0.36 d_{20}^{2.3}$. *Technika Poszukiwań*, 10 (37), 45-48
3. Błażejowski R., Murat-Błażejowska S., (2003): Analytical solutions of a routing problem for stormwater in a detention basin. *Hydrological Sciences Journal*, 48 (4), 665–671.
4. Błażejowski R., (2003): Kanalizacja wsi. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. Oddział Wielkopolski, Poznań.
5. BRE - Building Research Establishment (2003): Soakaway design. Digest 365. Watford, UK.
6. CEN/TR 12566-2:2005 Small wastewater treatment systems for up to 50 PT - Part 2: Soil infiltration systems.
7. Chaillou K., Gerente C., Andres Y., Wolbert D., (2011): Bathroom Greywater Characterization and Potential Treatments for Reuse. *Water Air Soil Pollution*, 215, 31–42.

8. Dąbrowski S., Górski J., Kapuściński J., Przybyłek J., Szczepański J., (2004): Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych. Wydawnictwo Bogris, Warszawa.
9. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, (2005): Standard DWA-A 138E. Planning, construction and operation of facilities for the percolation of precipitation water. Hennef: German Association for Water, Wastewater and Waste.
10. Finch S.D., Radcliffe D.E., West L.T., (2008): Modeling trench sidewall and bottom flow in on-site wastewater systems. *Journal of Hydrologic Engineering*, 13, 693–701.
11. Gabryszewski T., Wiczysyła A., (1985): Ujęcia wód podziemnych. Arkady.
12. Glass J., Šimůnek J., Stefan C., (2020): Scaling factors in HYDRUS to simulate a reduction in hydraulic conductivity during infiltration from recharge wells and infiltration basins. *Vadose Zone Journal*, 19, e20027, DOI: 10.1002/vzj2.20027.
13. Główny Urząd Statystyczny (2019): <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/teryt> (dostęp dnia 12 listopada 2020 r.).
14. Juan Y.-K., Chen Y., Lin J.-M., (2016): Greywater Reuse System Design and Economic Analysis for Residential Buildings in Taiwan. *Water*, 8, 546.
15. Kacimov A. R., Yakimov N. D., Šimůnek J., (2020): Phreatic seepage flow through an earth dam with an impeding strip. *Computational Geosciences*, 24, 17–35 <https://doi.org/10.1007/s10596-019-09879-8>.
16. Kowalski J., (1987): Hydrologia z podstawami geologii. PWN, Warszawa.
17. Laak R., (1986): Subsurface Soil System. In *Wastewater Engineering Design for Unsewered Areas*; Technomic Publishing Company: Lancaster, PA, USA,
18. Lewandowski J. B., Młynarek J., Zawadzki P., (1990): Badania skuteczności działania geotekstyliów w konstrukcjach budownictwa wodno-melioracyjnego. *Zeszyty Naukowe AR Krakowie*, 249, 387–403.
19. Madryas C., Kolonko A., Machajski J., Olearczyk D., Wysocki L., (2009): Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia tuneli samochodowych, przejść podziemnych i przepustów. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa.
20. Miskowska A., Lenart S., Koda E., (2017): Changes of Permeability of Nonwoven Geotextiles due to Clogging and Cyclic Water Flow in Laboratory Conditions. *Water*, 9, 660, doi:10.3390/w9090660.
21. Miskowska A., Koda E., (2017): Change of water permeability of nonwoven geotextile exploited in earthfill dam. In *Proceedings of the 25th Anniversary of MendelNet Conference Proceedings*, Brno, Czech Republic, 8–9 November 2017; pp. 790–795. <https://mendelnet.cz/pdfs/mnt/2017/01/06.pdf> (dostęp 19 listopada 2020).
22. Młynarek J., Lewandowski J. B., Rollin A. L., Boldue G., (1991): Soil-geotextile system interaction. *Geotextiles and Geomembranes*, 10, 161–176.
23. Nieć J., (2005): Porównanie metod wyznaczania współczynnika filtracji dla potrzeb podziemnego rozsączania ścieków. *Seria Melior. Inż. Środ.* 26, 293–304.
24. NJDEP (2004) New Jersey Stormwater BMP Manual. www.njstormwater.org/bmp_manual/NJ_SWBMP_6%20print.pdf (dostęp 12 listopada 2020).
25. Noutsopoulos C., Andreadakis A., Kouris N., Charchousi D., Mendrinou P., Galani A., Mantziaras I., Koumaki E., (2018): Greywater Characterization and Loadings-Physicochemical Treatment to Promote Onsite Reuse. *Journal of Environmental Management*, 216, 337–346.
26. Radcliffe D.E., West L.T., Singer J., (2005): Gravel effect on wastewater infiltration from septic system trenches. *Soil Science Society of America Journal*, 69, 1217–1224.
27. Radcliffe D.E., West L.T., (2009): Spreadsheet for converting saturated hydraulic conductivity to long-term acceptance rate for on-site wastewater systems. *Soil Survey Horizons*, 50, 20–24.

28. Shanafiel M., Cook P.G., Brunner P., McCallum J., Simmons C.T., (2012): Aquifer response to surface water transience in disconnected streams. *Water Resources Research*, 48, W11510, doi:10.1029/2012WR012103.
29. Sobotkova M., Dusek J., Alavi G., Sharma L., Ray C., (2018): Assessing the Feasibility of Soil Infiltration Trenches for Highway Runoff Control on the Island of Oahu, Hawaii, *Water*, 10, 1832.
30. Sojka M., Kałuża T., Siepak M., Strzeliński P., (2019): Heavy metals concentration in the bottom sediments of the mid-forest reservoirs. *Sylwan*, 163(8), 694-704. DOI: 10.26202/sylwan.2019038.
31. Treichel W., Grabarczyk C., (2010): Symulacja komputerowa procesu filtrowania wody i optymalizacja jego parametrów. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 10, 18-22.
32. Wang P., Pozdniakov S.P., Vasilevskiy P.Y., (2017): Estimating groundwater-ephemeral stream exchange in hyper-arid environments: Field experiments and numerical simulations. *Journal of Hydrology*, 555, 68-79. doi:10.1016/j.jhydrol.2017.10.004.
33. Veylon G., Stoltz G., Mériaux P., Faure Y.H., (2016); Touze-Foltz, N. Performance of geotextile filters after 18 years' service in drainage trenches. *Geotextiles and Geomembranes*, 44, 515–533.
34. Xanke J., Jourde H., Liesch T., Goldscheider N., (2016): Numerical long-term assessment of managed aquifer recharge from a reservoir into a karst aquifer in Jordan. *Journal of Hydrology*, 540, 603-614. doi:10.1016/j.jhydrol.2016.06.058.
35. Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2016 r. poz. 124).
36. Projekt planu przeciwdziałania skutkom suszy (2019): <https://stopsuszy.pl/projekt-planuprzeciwdzialania-skutkom-suszy/> (dostęp z dnia 30 listopada 2020 r.)
37. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz. U. 2019 r. poz. 1311).
38. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2016 r. poz. 124).
39. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. 2000 r. Nr 63 poz. 735).
40. Ustawa Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. (Dz. U. z 2017 r. poz. 1566)
41. Storm Water Management in California
https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/stormwater/docs/stormwater_fact_sheet.pdf (dostęp z dnia 10 listopada 2020r.)

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Przed doktoratem, zajmowałem się porównaniem metod wyznaczania współczynnika filtracji w gruncie. W tym celu, złożyłem wniosek i w efekcie uzyskałem finansowe wsparcie, w postaci grantu promotorskiego (Z.4-II.9.1.). W trakcie prac, zbudowałem stanowisko badawcze w laboratorium wodnym, pozwalające analizować odpływ wody z dołka w warunkach kontrolowanych w tzw. teście perkolacyjnym. Wielkość modelu fizycznego, pozwalała prześledzić warunki odpływu w laboratorium, bez efektu skali. Wynikiem prac, była samodzielna publikacja (Z.4-II.4.1.). Po roku od uzyskania stopnia doktora, podjąłem zatrudnienie na stanowisku adiunkta, na mojej macierzystej uczelni, czyli na Akademii Rolniczej im A. Cieszkowskiego w Poznaniu. Było to moje pierwsze zatrudnienie, na stanowisku naukowo dydaktycznym. Można uznać, że od tego czasu, moje zainteresowania skoncentrowane były na czterech głównych zadaniach badawczych, wymienionych poniżej:

1. Wpływ jakości wstępnie oczyszczonych ścieków wypływających z osadnika gnilnego na proces kolmatacji.
2. Filtracja wody i zanieczyszczeń w gruncie.
3. Analiza wpływu zanieczyszczeń na przepływy w wodach stojących i płynących.
4. Prawne aspekty odprowadzania wód i zanieczyszczeń w gruncie.

Praca w Katedrze budownictwa wodnego, gdzie rozwijane były systemy indywidualne oczyszczania ścieków, spowodowała, że moje zainteresowania, skierowane zostały na sposoby zagospodarowania wstępnie oczyszczonych ścieków. Najprostsze, ale jednocześnie nie do końca poznane systemy, składają się z osadnika gnilnego i drenażu rozsączającego, który instaluje się w gruncie. Chcąc poznać rzeczywiste warunki eksploatacji przydomowej oczyszczalni ścieków, zainstalowałem tego typu urządzenie wodne, które jest jednocześnie stanowiskiem dydaktycznym i miejscem systematycznych poborów próbek ścieków (Z.3-6.2.3.2.). Długotrwała praca tego systemu, wymaga przede wszystkim właściwego zaprojektowania, a w dalszym etapie poprawnej eksploatacji. Wpływ na funkcjonowanie systemu absorpcji, ma proces kolmatacji.

- 1) Wpływ jakości ścieków na odpływie z osadnika gnilnego na proces kolmatacji:

W pierwszym etapie mojej pracy, zainteresowałem się zagospodarowaniem ścieków wstępnie oczyszczonych. Szczegółowo, badania prowadziłem nad wpływem cząstek stałych,

wchodzących w skład zawiesiny ogólnej i jej znaczenia dla procesu kolmatacji. W pracy (**Z.4-II.4.15.**) wyznaczyłem wpływ tzw. cząstek nitkowatych definiowanych, wg. OECD, jako włókno, gdzie stosunek długości do promienia jest większy równy 3, a przy tym ich średnica jest nie większa niż 100 μm , na ograniczenie przepływu. Cząstki te, ze względu na kształt, łatwo podlegają akumulacji na powierzchni gruntu, przyczyniając się do powstania warstwy placka filtracyjnego, ograniczającego przepływ. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń, ustalono stężenia cząstek nitkowatych i ich udział w procesie kolmatacji.

Kolejną pracą, która odpowiadała na pytanie o wpływ kształtu osadnika gnilnego, a w szczególności jego wlotu i wylotu na jakość odpływających ścieków, była publikacja (**Z.4-II.4.12.**). W osadniku gnilnym, zainstalowano kilkanaście sensorów temperatury, na podstawie których wykazano statystycznie wpływ kształtu wylotu z osadnika, na uprzywilejowane (niekorzystne) odpływy. Jednocześnie, statystycznie wykazano brak wpływu typowych kształtów wlotu, na warunki odpływu. Wyniki przedstawiono na konferencji (**Z.4-II.7.7.**).

Naturalną konsekwencją opisanych badań, był dobór właściwego materiału, ograniczającego odpływ cząstek stałych z osadnika gnilnego. W artykule (**Z.4-II.4.8.**), przebadano w warunkach laboratoryjnych, na kolumnach filtracyjnych, dwa rodzaje materiałów. Badania akumulacji zawiesiny wykazały, że sprawniejszym filtrem jest włóknina filtracyjna. Natomiast przewagę w eksploatacji, ze względu na łatwiejsze czyszczenie zakumulowanej zawiesiny, zyskał filtr siatkowy.

Proces kolmatacji, może również następować przy przepływie wód opadowych, co przedstawiono w artykule (**Z.4-II.4.9.**), w którym dokonano porównania, wybranych dwóch modeli matematycznych mechanicznej kolmatacji gruntu. Przeprowadzono badania laboratoryjne, na modelu fizycznym, w dwóch warunkach przepływu tj. ze stałym i zmiennym zwierciadłem zawiesiny węglowej, o stałym stężeniu, mającej symulować ścieki opadowe. Wynikiem przeprowadzonych doświadczeń, było wykazanie zarówno kolmatacji powierzchniowej, jak i akumulacji w samym ośrodku gruntowym. Ponadto wskazano, że model Błażejewskiego i Murat-Błażejewskiej w stosunku do Siriwardene-Deletic-Fletcher'a, jakościowo prezentuje lepsze wyniki, dla stałego poziomu ścieków i z tego względu, może być wykorzystywany do modelowania zjawiska kolmatacji mechanicznej gruntu.

2) Filtracja wody i zanieczyszczeń w gruncie:

W tym obszarze jako jeden z pierwszych, zaproponowałem wykorzystanie oprogramowania HYDRUS 2D/3D, do modelowania przepływu wody przez budowle hydrotechniczne, takie jak zapory ziemne. W pierwszym artykule, przedstawiono możliwości wykorzystania tego oprogramowania w obliczaniu położenia krzywej depresji w przyjętych hipotetycznych wariantach awarii, polegających na uszkodzeniu folii i fartucha u zbocza skarpy odwodnej. W efekcie przeprowadzonych obliczeń stwierdziłem, że wykorzystanie modelu numerycznego, pozwala wspierać proces projektowy i prognozować pojawienie się ewentualnych wysięków. Wyniki obliczeń przedstawiono w **(Z.4-II.4.7.)** oraz na konferencjach **(Z.4-II.7.5.)** i **(Z.4-II.7.9.)**.

W artykule **(Z.4-II.4.5.)** porównano archiwalne dane opisujące zwiększone ciśnienie na dolnym stanowisku w zaporze, na jeziorze Kowalskim, z symulacjami przeprowadzonymi w podobnych warunkach. W efekcie w stosunkowo szybkim czasie, uzyskano zbieżne wyniki pomiarów terenowych z obliczeniami analitycznymi i symulacjami komputerowymi.

3) Analiza wpływu zanieczyszczeń na przepływy w wodach stojących i płynących:

Jakość wody oraz możliwość jej wykorzystania, zarówno w wodach płynących, jak i stojących, była przedmiotem kolejnych badań. W artykule **(Z.4-II.4.11.)** wyznaczono skuteczność oczyszczania z zastosowaniem filtrów włókninowych w małym zbiorniku bezodpływowym. W trakcie badań, rejestrowano zmiany wskaźników jakościowych wody, takich jak: zawiesina ogólna, mętność, ChZT, BZT₅, temperatura, pH i tlen rozpuszczony. Uzyskane wyniki badań, uznano za satysfakcjonujące w zakresie oczyszczania mechanicznego, to znaczy redukcji zawiesiny ogólnej i zmniejszenia mętności wody. Wyniki zaprezentowano również na konferencji **(Z.4-II.7.8.)**.

W kolejnych badaniach, analizowano sposób użytkowania terenów zalewowych. Pozostawienie roślinności na tych terenach, powoduje powstanie oporów przepływu, które są jednocześnie trudne do wymodelowania. W publikacji **(Z.4-II.4.10.)**, zweryfikowano wpływ powyższego założenia. Dokonano porównania prędkości, wyznaczonych dla różnych pór roku (zimy i lata), istotnie wpływających na wartość współczynnika oporu. Zweryfikowano również, wyniki otrzymanych prędkości przy wykorzystaniu tablic Ven te Chowa, a prędkość średnią wyznaczono z równania Manninga. W drugim wariantcie, roślinność opisano współczynnikiem oporu, a prędkość średnią obliczono z formuły Darcy-Weisbacha.

Wykonane obliczenia, wskazują znaczny wpływ gęstości roślinności porastającej tereny zalewowe, na średnie wartości prędkości. Jednocześnie w rozdziale monografii **(Z.4-II.2.2.)**,

wykazano istotne różnice w otrzymanych wynikach, przy stosowaniu różnych urządzeń pomiarowych.

Rozkłady prędkości w profilu rzeki, były przedmiotem kolejnej publikacji (**Z.4-II.4.4.**), gdzie na podstawie przeprowadzonych badań terenowych, określono parametry lokalnego wyboju. Następnie z wykorzystaniem bezpłatnego programu SSIIM, zamodelowano rozkłady prędkości. Średnia różnica wyników pomierzonych z obliczonymi za pomocą SSIIM mieściła się w 12%.

Moje zainteresowania związane z analizą warunków przepływu wody w rzekach, znalazły swoje odzwierciedlenie w udziale w charakterze wykonawcy w międzynarodowym projekcie (**Z.4-II.9.3.**), na temat modelowania fizycznego odcinka rzeki Niemen w Kownie, którego celem było opracowanie koncepcji regulacji tej rzeki.

Problem transportu zanieczyszczeń oraz kształt samych krat, wychwytyjących te zanieczyszczenia wraz przepływającą wodą, wpływa na warunki pracy m.in. elektrowni wodnych. Stąd też, ta tematyka stała się obiektem moich kolejnych zainteresowań, których efektem są dwie publikacje. Pierwsza, jest pewnego rodzaju wprowadzeniem, gdzie analizowano kształt oraz nachylenia krat na wartość strat hydraulicznych (**Z.4-II.4.6.**). Przeprowadzone badania w laboratorium wodnym, wykazały najkorzystniejsze pod względem eksploatacji wymiary instalowania w tym położeniu pod odpowiednim kątem. Rezultatem przeprowadzonych doświadczeń, jest wskazanie kształtu cylindrycznego, nachylonego pod kątem 30°, względem dna koryta. Tematyka oporu krat, została znacząco rozszerzona w artykule (**Z.4-II.4.2.**), w którym oceniano wpływ pokruszonego lodu, akumulującego się na powierzchni krat w małych elektrowniach wodnych. W publikacji, laboratoryjnie wyznaczono straty spowodowane około 2 cm warstwą pokruszonego lodu. Przedstawiono korelacje, pomiędzy masą dodanego lodu i zasięgiem zalegającej przed kratą warstwy, a wartością siły oporu.

4) Prawne aspekty odprowadzania wód i zanieczyszczeń w gruncie:

Niemal od samego początku pracy publikacyjnej, interesował mnie wpływ przepisów prawa na warunki zagospodarowania zarówno wód, jak i ścieków oczyszczonych. W artykule (**Z.4-II.4.14.**), przeanalizowałem warunki sytuowania systemów rozsączania ścieków, względem ujęć wody.

Wykonane przeze mnie obliczenia analityczne udowodniły, że w niektórych przypadkach, arbitralne przyjęcie minimalnego dystansu, pomiędzy wskazanymi urządzeniami wodnymi jest nieuzasadnione. Przedstawione wyniki obliczeń w formie wykresów, dają pogląd jak w konkretnych warunkach, może dojść do zanieczyszczenia ujęcia wody.

Podstawowym wnioskiem sformułowanym w omawianej publikacji, jest stwierdzenie konieczności doboru odpowiedniej metody obliczeniowej, do konkretnych warunków pracy, co w większości przypadków, dyskwalifikuje możliwość stosowania w przepisach warunku wymaganej odległości, zamiast np. wskazania określonego czasu przepływu zanieczyszczeń.

W kolejnej pracy (**Z.4-II.4.13.**), przedstawiłem krytyczną analizę dobieranych metod wyznaczania stref zanieczyszczeń, na przykładzie *fenolu*. W tym czasie, wykazałem również, brak uzasadnienia w prawie polskim, stosowania różnicowania dopuszczalnego stężenia zanieczyszczeń w gruncie w zależności od wartości współczynnika filtracji, nie wskazując przy tym metodyki wyznaczania tego parametru. Kolejne prace w tym (**Z.4-II.4.3.** i **Z.4-II.2.1.**) krytycznie oceniają zmiany wprowadzone przepisami tzw. nowej ustawy prawo wodne.

W pracy (**Z.4-II.2.1.**) i podczas wystąpień na konferencji (**Z.4-II.7.2.**), wskazano konkretne przepisy, których zmiany, zredukowały prawie ośmiokrotnie (rok 2017 do 2018 roku) wpływy do budżetu państwa, tylko na terenie Poznańskiego Obszaru Metropolitalnego. W rozdziale monografii (**Z.4-II.4.3.**), przedstawiono natomiast prawne aspekty odprowadzania wód opadowych.

Powyżej cytowane artykuły, doprowadziły w tym zakresie do podjęcia przeze mnie dodatkowej funkcji - biegłego sądowego, przy Sądzie Okręgowym w Poznaniu. Na podstawie posiadanego dorobku, zostałem powołany na biegłego z dziedziny: ochrona środowiska specjalność ochrona środowiska oraz melioracje w specjalności melioracje i budownictwo wodne, zagospodarowanie wód opadowych. Z ośmiu do tej pory wykonanych opinii w siedmiu jestem jedynym autorem. Wykaz wykonanych prac znajduje się w (**Z.4-III.5.**). Obliczenia czasu przepływu zanieczyszczeń, przedstawione w pracach (**Z.4-II.4.13.** i **Z.4-II.4.14.**), oraz wzory analityczne, omówione w (**Z.3-4.2.1.** i **Z.3-4.2.5.**), wykorzystywałem w opracowanych opiniach sądowych oraz w prowadzonych przeze mnie postępowaniach administracyjnych.

5.1. Współpraca międzynarodowa w zakresie recenzowania manuskryptów w czasopismach angielskojęzycznych

W ramach aktywności międzynarodowej, współpracowałem z renomowanymi wydawnictwami, w których recenzowałem 18 artykułów w tym 9 z wysokim (powyżej dwa) *impact factorem*. Wykaz manuskryptów, wymieniono chronologicznie wraz z podaniem wskaźników naukometrycznych (**Z.4-II.13.**).

5.2. Współpraca z jednostkami naukowymi zagranicznymi

Podjąłem współpracę z czeskim producentem oprogramowania PC-Progress s.r.o. (Korunní 2569/108a Praga, 101-00 Czechy), będącego właścicielem i dystrybutorem oprogramowania naukowo inżynierskiego HYDRUS 2D/3D. Nawiązałem również kontakt z jednym z głównych autorów programu, profesorem J. Šimůnkem z Department of Environmental Sciences, University of California at Riverside, Riverside, CA, celem wymiany doświadczeń w modelowaniu przepływów wody w gruncie. W ramach współpracy, przygotowałem propozycję udziału profesora Šimůnka w wykładach na terenie Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu oraz wymianę wykładów, dla przedmiotu na nowym kierunku Geotechnologie, Hydrotechnika, Transport Wodny, na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.

5.3. Udział w projektach międzynarodowych

W ramach współpracy międzynarodowej, uczestniczyłem w projekcie nr 62/2017/U (501.862.762) na temat modelowania fizycznego - Badania odcinka rzeki Niemen w Kownie. Zlecający: UAB „Inžinerinis projektavimas“, Buveinės adresas: Smolensko g. 10, 03201 Vilnius (korpusas C) Okres realizacji: 4.09. 2017 r. do 15.11. 2017 r., praca przerwana 12.10. 2017 r. Wykonawcy: Tomasz Kałuża, Natalia Walczak, Paweł Zawadzki, Joanna Wicher-Dysarz, Tomasz Dysarz, **Jakub Nieć**, Sebastian Kujawiak, Stanisław Zaborowski, Agata Jasiak, Grzegorz Jaszczak, Anna Kunisz. W ramach współpracy przedstawiono zaakceptowany raport z badań.

5.4. Współpraca naukowa zagraniczna

W ramach trwającej od kilku lat współpracy międzynarodowej naukowej z doktorem Nguyen T. H. z An Giang University – Vietnam National University Ho Chi Minh City, jestem współautorem artykułu, który jest pierwszym z tej serii, a dalsze badania w zakresie wykorzystania ścieków szarych są nadal prowadzone:

Spychała M., **Nieć J.**, Zawadzki P., Matz R., Nguyen T. H., (2019): Removal of Volatile Solids from Greywater Using Sand Filters *Applied Science*, 2019, 9(4), 770; doi:10.3390/app9040770.

[70 pkt. MNiSW; IF 2,217]

5.5. Współpraca krajowa gospodarcza

W ramach współdziałania z sektorem gospodarczym, opublikowałem artykuł, który powstał przy współpracy z biurem studiów i projektów budownictwa wodnego Hydroprojekt Sp. z o.o., a konkretnie z mgr inż. Filipem Nowackim współautorem. Efektem pracy jest artykuł:

Nieć J., Zawadzki P., Nowacki F., (2019): Small Dam Drainage with Nonwoven Geotextile after 40 Years of Exploitation *Applied Science*, 9(19), 4161; <https://doi.org/10.3390/app9194161>

5.6. Praca na rzecz instytucji publicznych

W okresie od 22 listopada 2018 do 31 grudnia 2023 – pełnię funkcję biegłego sądowego, przy Sądzie Okręgowym w Poznaniu z dziedziny: ochrona środowiska specjalność ochrona środowiska oraz melioracje w specjalności melioracje i budownictwo wodne, zagospodarowanie wód opadowych. Sporządziłem już 8 pisemnych opinii, związanych tematycznie z moimi zainteresowaniami naukowymi, a które chronologicznie wymieniam w załączniku (Z.4-III.5.).

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę:

Moja praca dydaktyczna, organizacyjna, popularyzująca naukę, jest ściśle powiązana z podejmowaną przeze mnie aktywnością naukowo badawczą. Dydaktycznie zaangażowany jestem w realizację ćwiczeń i wykładów, zarówno w języku polskim jak i angielskim. Moja aktywność w zakresie dydaktyki, omówiona jest szczegółowo w (Z.3-6.1.1.). Wykaz podejmowanych przeze mnie działań w zakresie współorganizowania konferencji przedstawiam w (Z.3-6.2.), a informację o działalności popularyzatorskiej w (Z.3-6.3.).

6.1. Zestawienie osiągnięć dydaktycznych

6.1.1. Zajęcia dydaktyczne

Moja działalność dydaktyczna, jest ściśle powiązana zakresem z moimi zainteresowaniami naukowymi i pracami badawczymi. Opracowałem i prowadziłem łącznie 17 przedmiotów z czego dwa z nich są mojego autorstwa. Obecnie, kieruję łącznie pięcioma przedmiotami, na kierunku Inżynieria Środowiska i Gospodarka Wodna. Od początku zatrudnienia, dwukrotnie byłem opiekunem roku. Prowadziłem dwa indywidualne projekty, ze studentami z Erasmus w czasie ich pobytu na terenie Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (Z.4-II.14.1). Byłem promotorem 14 prac magisterskich i 18 inżynierskich oraz recenzentem kilkunastu prac dyplomowych. Jestem zaangażowany w wyposażenie stanowisk komputerowych w oprogramowanie HYDRUS 2D/3D Standard, dla studentów kierunku Geotechnologie, Hydrotechnika, Transport Wodny. W roku akademickim 2021/2022, prowadzić będę przedmiot zawierający kurs z tego oprogramowania. W ramach zadań dydaktycznych prowadziłem zajęcia dla studentów:

6.1.1.1. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej oraz na Wydziale Rolnictwa, Ogrodnictwa i Bioinżynierii.

6.1.1.1.1. Wykłady i ćwiczenia

- **Prawo wodne, geologiczne i budowlane i RDW** - studia stacjonarne i niestacjonarne III rok I stopnia, kierunek Gospodarka Wodna oraz Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Procedury administracyjne w inżynierii środowiska** - studia stacjonarne I rok II stopnia, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Przepływy wód i zanieczyszczeń w gruncie** - studia stacjonarne i niestacjonarne II rok I stopnia, kierunek Inżynieria i Gospodarka Wodna oraz Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Zapory i zbiorniki wodne** - studia stacjonarne I rok II stopnia, kierunek Inżynieria i Gospodarka Wodna, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Zapory ziemne** – studia stacjonarne i niestacjonarne I rok II stopnia, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.

6.1.1.1.2. Ćwiczenia

- **Budowle piętrzące** - ćwiczenia, studia stacjonarne IV rok I stopnia, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Budowle wodne w krajobrazie** - studia stacjonarne I rok II stopnia, kierunek Architektura Krajobrazu, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
- **Budownictwo wodne** - studia stacjonarne IV rok I stopnia, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Eksploatacja i bezpieczeństwo budowli wodnych** - studia stacjonarne kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Hydraulika i inżynieria wodna** - studia stacjonarne IV r. II stopnia, kierunek Ochrona Środowiska, Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Bioinżynierii.
- **Inżynieria Krajobrazu** - studia stacjonarne studia stacjonarne I rok II stopnia Architektura Krajobrazu, Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Bioinżynierii.
- **Mechanika płynów** - studia stacjonarne i niestacjonarne II rok I stopnia, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Kanalizacja wsi** - studia stacjonarne III r. I stopnia, kierunek Ochrona Środowiska, Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Bioinżynierii.
- **Kompleksowe ćwiczenia terenowe** - studia stacjonarne na kier. Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.
- **Małe elektrownie wodne** - studia stacjonarne II rok II stopnia, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.

- **Zaopatrzenie wsi w wodę** – studia stacjonarne II r. I stopień, kierunek Ochrona Środowiska, Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Bioinżynierii.
- **Zbiorniki retencyjne** - studia stacjonarne i niestacjonarne I rok II stopnia, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej.

6.1.1.2. **Wyższej Szkoły Nauk Humanistycznych i Dziennikarstwa w ramach przedmiotu: „Szkolenie z ochrony środowiska naturalnego i rozwiązań proekologicznych w procesie produkcji”.** Tematyka zajęć obejmowała w szczególności następujące obszary:

- System regulacji prawnej z zakresu ochrony środowiska; podstawowe pojęcia z zakresu ochrony środowiska i ich znaczenie dla przedsiębiorców; postępowanie administracyjne w sprawach z zakresu ochrony środowiska.
- Ochrona środowiska w procesie inwestycyjnym; rodzaje przedsięwzięć, ich kwalifikację pod względem oddziaływania na środowisko.
- Prawne i praktyczne aspekty związane z gospodarką odpadami w przedsiębiorstwie produkcyjnym; wymagania prawne związane z wytwarzaniem odpadów w tym odpadów sprzętu elektronicznego; zagospodarowanie w tym odzysk i recykling odpadów; produkt uboczny; ewidencja odpadów w przedsiębiorstwie; sprawozdawczość w zakresie gospodarki odpadami w przedsiębiorstwie; wykorzystanie systemów teleinformatycznych w gospodarce odpadami.
- Wybrane systemy zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwie.
- Podstawy klasyfikacji zakładów ze względu na możliwość wystąpienia awarii przemysłowej; wymagania stawiane prowadzącym tego rodzaju zakłady; zadania organów administracji publicznej w zakresie zapobiegania poważnym awariom.

6.1.2. Skrypty i opracowania

- 6.1.2.1. Jestem współautorem skryptu z Mechaniki Płynów opublikowanego w *wirtualnym dziekanacie* i na platformie Microsoft Teams nt. *Przepływy przez ośrodki porowate*.
- 6.1.2.2. Przygotowałem poradnik dla wymiarowania zapór ziemnych z uwzględnieniem różnych typów uszczelnienia, który jest dostępny dla studentów w *wirtualnym dziekanacie* i na platformie Microsoft Teams.

6.2. Zestawienie działalności organizacyjnej

6.2.1. Działalność w komisjach

- 6.2.1.1. Jestem członkiem Rady Programowej Kierunku studiów Gospodarka Przestrzenna na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej (od 2019).
- 6.2.1.2. Byłem elektorem w wyborach Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu na kadencję 2020-2024.
- 6.2.1.3. Pracowałem jako członek komisji przetargowych na dostawę skanera laserowego 3D wraz z dedykowanym oprogramowaniem.
- 6.2.1.4. Uczestniczyłem w pracach komisji przetargowej przy wyborze firmy świadczącej usługi sprzątnia na terenie Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- 6.2.1.5. W latach 2013-2014 byłem członkiem stałej Komisji Wydziałowej ds. Rozwoju.
- 6.2.1.6. W roku akademickim 2008/2009 byłem członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej.

6.2.2. Wykaz konferencji o zasięgu krajowym i zagranicznym w charakterze członka komitetu organizacyjnego

- 6.2.2.1. XIX seminarium szkoleniowe „Wybrane zagadnienia hydrauliki dużych rzek nizinnych” połączone z obchodami „Światowego Dnia Wody”, organizator: Zarząd Oddziału SITWM w Poznaniu przy wsparciu Towarzystwo Naukowego Inżynierii i Gospodarki Wodnej wraz z Katedrą Inżynierii Wodnej i Sanitarnej oraz Katedrą Melioracji, Kształtowania Środowiska i Gospodarki Przestrzennej UP w Poznaniu 11 grudnia 2020 r., Poznań.
- 6.2.2.2. XVIII coroczne, seminarium szkoleniowe: „Wybrane zagadnienia hydrauliki dużych rzek nizinnych” organizator: Zarząd Oddziału SITWM w Poznaniu przy wsparciu Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa wraz z Katedrą Inżynierii Wodnej i Sanitarnej UP w Poznaniu 6 grudnia 2019 r., Poznań.
- 6.2.2.3. Konferencja naukowa w ramach obchodów 100-lecia Uniwersytetu Poznańskiego Gospodarka wodno-ściekowa w Poznańskim Obszarze Metropolitalnym połączonej z jubileuszem 70-lecia urodzin i 45-lecia pracy naukowo-dydaktycznej prof. dr hab. inż. Ryszarda Błażejewskiego. Poznań-Będlewo 14 - 15 listopada 2019 r.
- 6.2.2.4. XV coroczne seminarium szkoleniowe „Wybrane zagadnienia hydrauliki dużych rzek nizinnych” połączone z Ogólnopolską Konferencją „Katastrofy, awarie i problemy eksploatacji budowli i instalacji wodnych” organizator: Zarząd Oddziału SITWM w Poznaniu wraz z Katedrą Inżynierii Wodnej i Sanitarnej UP w Poznaniu 5 grudnia 2016 r., Poznań.
- 6.2.2.5. IV Konferencja Naukowo-Techniczna pt.: Eksploatacja i oddziaływanie dużych zbiorników nizinnych 30-lecie zbiornika Jeziorsko (1986-2016) Konferencja była połączona z jubileuszem 45-lecia twórczej pracy naukowej prof. dr hab. inż. Bogdana J. Wosiewicza. 12 - 14 Października 2016 r. Poznań – Uniejów.

- 6.2.2.6. Sesja naukowo-techniczna pt.: Przepływy wody i zanieczyszczeń w ośrodkach porowatych i korytach otwartych połączona z jubileuszem 50-lecia pracy twórczej prof. dr hab. inż. Leona Rembezy, 30 marca 2012 r. Poznań.
- 6.2.2.7. Sesja naukowo-techniczna pt.: Problemy eksploatacji budowli wodnych i utrzymania koryt rzecznych w zlewni rzeki Warty połączona z jubileuszem 80-lecia urodzin oraz 60-lecia pracy zawodowej i twórczej prof. dr. hab. inż. J. Bogumiła Lewandowskiego, 27 maja 2010 r. Poznań.
- 6.2.2.8. V Ogólnopolska Konferencja Naukowa Poznań/Będlewo, pt.: Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych” 13 - 14 listopada 2008 r.

6.2.3. Pozostałe

- 6.2.3.1. Jestem opiekunem I roku studiów na kierunku Geotechnologie, Hydrotechnika Transport Wodny w roku akademickim 2020/2021
- 6.2.3.2. Wybudowałem i nadzoruję stanowisko badawcze terenowe w miejscowości Rybojedzko, gmina Stęszew – oczyszczalnia z drugim stopniem oczyszczania w postaci filtrów piaskowych i filtrów włókninowych i drenażem rozsączającym. Model wykorzystywany w ramach realizowanych prac magisterskich przez studentów.
- 6.2.3.3. Organizowałem dotację z WFOŚiGW P-ń w kwocie 19,95 tys. zł dla wniosku WFOS-II-PU-KA/400/659/2008 do umowy 318/U/400/700/2008 z dnia 15 grudnia 2008 r. współfinansującego V Ogólnopolską Konferencję Naukową 13 - 14 listopada 2008 r. Poznań/Będlewo, pod tytułem „Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych”

6.3. Zestawienie osiągnięć popularyzujących

- 6.3.1. W 2019 r. współpracowałem przy organizacji Światowego Dnia Wody.
- 6.3.2. Brałem czynny udział w Poznańskim Festiwalu Nauki i Sztuki na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu w latach od 2013 do 2016 r.
- 6.3.3. Prezentowałem doświadczenia podczas V Europejskiej Nocy Naukowców odbywającej się pod hasłem „*Fantastic night – open the doors to your neighbour scientists*”.
- 6.3.4. Jestem członkiem i organizatorem corocznych seminariów organizowanych przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodno Melioracyjnych.

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej:

W roku 2017 zostałem odznaczony Medalem Brązowym, za długoletnią służbę przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej. Dwukrotnie w roku 2015 i 2020 zostałem uhonorowany odpowiednio nagrodą zespołową I i II stopnia J.M. Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu za oryginalne i twórcze osiągnięcia naukowe dokumentowane publikacjami.

7.1. Zestawienie całego dorobku naukowo-badawczego

Mój dotychczasowy (na dzień 31 listopada 2020 r.) dorobek naukowy jest zestawiony w Tabeli 1 i 2. Jestem autorem jednej i współautorem 25 oryginalnych prac twórczych recenzowanych, na które składają się dwa rozdziały w monografii i 23 artykuły recenzowane, z czego 9 publikacji posiada współczynnik wpływu (*IF*). Spośród 26 oryginalnych prac naukowych 17 prac napisałem w języku angielskim.

Oprócz oryginalnych prac opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych lub monografiach, jestem autorem lub współautorem 10 prac opublikowanych w materiałach konferencyjnych lub jako publikacje popularno-naukowe. Łączna liczba punktów wg MNiSW dla mojego dorobku naukowego wynosi 643 (299 poza publikacjami wchodzącymi w skład osiągnięcia naukowego), sumaryczny *impact factor* wg listy JCR to 15,068, liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science to **47** (28 - bez autocytowań), a indeks Hirscha według tej samej bazy *h*-indeks jest równy **5** (3 – z pominięciem autocytowań). Liczba cytowań według bazy Scopus wynosi **40** (30 bez autocytowań). Liczba cytowań według bazy Google Scholar wynosi **72**, a indeks Hirscha według tej samej bazy jest równy **5**.

Tabela 1. Syntetyczne zestawienie całego dorobku naukowego

Rodzaj publikacji	Język	Przed doktoratem			Po doktoracie			Razem
		Indywidualne	Zbiorowe	razem	Indywidualne	Zbiorowe	Razem	
Oryginalne prace twórcze								
W czasopismach z <i>impact factor</i>	Ang.	-	-	-	-	9	9	9
Prace oryginalne opublikowane w czasopismach recenzowanych	Ang.	-	-	-	-	8	8	8
	Pol.	1	-	1	-	6	6	7
Rozdziały w monografiach	Pol.	-	-	-	-	2	2	2
Publikacje łącznie		1	-	1	-	25	25	26
Inne prace								
Publikacje konferencyjne i popularno-naukowe	Ang./Pol.	1	-	1	-	9	9	10
Recenzje w czasopismach z IF	Ang.	-	-	-	8	-	8	8
Recenzje w czasopismach bez IF	Ang.	-	-	-	9	-	9	9
Opinie Sądowe	Pol.	-	-	-	7	1	8	8
Udział w badaniach z zewn. Finansowaniem	Ang.	-	1	1	-	4	4	5
Inne prace łącznie	-	1	1	2	24	14	38	40

Tabela 2. Zestawienie dorobku z uwzględnieniem oceny punktowej czasopism wg MNiSW oraz IF za rok publikacji

Nazwa czasopisma	Liczba publikacji	Liczba punktów wg MNiSW za dany rok	Sumaryczna liczba punktów MNiSW	Sumaryczny IF wg roku wydania
Czasopisma z IF				
Applied Science	2	70	140	4,948
Energies	1	140	140	2,702
Environmental Technology	1	20	20	1,197
Environment Protection Engineering	1	15	15	0,439
Hydrological Sciences Journal	1	30	30	2,180
Journal of Irrigation and Drainage Engineering	1	70	70	1,370
Rocznik Ochrony Środowiska	1	40	40	0,804
Water	1	25	25	1,428
Pozostałe czasopisma recenzowane				
Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumiectus	4	3 x 10, 1 x 5	35	-
Gospodarka Wodna	2	9	18	
Inżynieria Ekologiczna	1	9	9	-
Inżynieria i Ochrona Środowiska	1	9	9	-
Journal of Ecological Engineering	5	12	60	-
Rocznik Akademii Rolniczej w Poznaniu	1	3	3	-
Technologia Wody	1	5	5	-
Monografie/rozdziały w monografiach				
Rozdziały w monografiach w języku angielskim / polskim	2	4, 20	24	-
Łącznie	26		643	15,068

Jolub Mied'

.....
(podpis wnioskodawcy)